

Pengaruh MTBE dan TEL Terhadap Sifat Fisika — Kimia Bensin Dasar

Oleh:

Ir. Djainuddin Semar

SARI

Bensin dasar yang dipakai pada percobaan ini dibuat dari campuran 65% volume reformat, 13% volume SRN, dan 22% volume nafta ringan. Untuk menaikkan angka oktana riset dari 78,0 menjadi 87,0 diperlukan penambahan 1,80 ml/USG TEL atau 21,6% volume MTBE. Ada dua keuntungan yang didapat pada penggunaan MTBE dan TEL di dalam bensin dasar di Indonesia, yaitu meningkatkan kualitas angka oktana dan mengurangi penambahan TEL di dalam Bensin.

Perubahan sifat fisika dan kimia bensin dasar karena penambahan MTBE dan TEL diamati dan dibandingkan dengan spesifikasi bensin premium Indonesia.

ABSTRACT

An unleaded gasoline used in this experiment consist of 65% colume of reformate, 13% volume of SRN and 22% colume light naphta. Additional 21,6% colume MTBE or 1,80 ml/USG TEL into a base gasoline, will increase the research octane number from 78,0 to 87,0. There are two basic incentives in blending MTBE and TEL in gasoline for a country like Indonesia, i.c to improve the octane quality and to reduce the lead content in gasoline.

The change of physical and chemical characteristics of unleaded gasoline affected by MTBE and TEL will be observe and compare to the spesification of premium gasoline of Indonesia.

I. PENDAHULUAN

Jumlah kendaraan bermotor di Indonesia meningkat dari tahun ke tahun sehingga kebutuhan bahan bakarnya juga meningkat. Sebagian besar kendaraan bermotor tersebut menggunakan bahan bakar bensin.

Untuk mencegah terjadinya pencemaran udara oleh bahan pencemar gimbal (Pb) akibat pembakaran bensin pada motor bensin, beberapa negara maju telah membatasi secara ketat kandungan TEL (*tetra etil lead*) di dalam bensin. Bahkan Jepang (tahun 1975), Amerika Serikat (tahun 1979), dan Australia (pertengahan 1985) telah menggunakan bensin tanpa timbal. Semua negara-negara Masyarakat Eropa telah sepakat

untuk memakai bensin dengan kadar timbal rendah yakni 0,15 gr/l selambat-lambatnya pada tanggal 1 Januari 1989. Sedangkan di negara-negara yang termasuk anggota ASEAN, baru Singapura yang menggunakan bensin yang berkadar Pb rendah yakni 0,15 gr/l sejak Januari 1987. Indonesia sedang berusaha untuk menurunkan kandungan TEL di dalam bensin. Cara yang ditempuh antara lain ialah penggunaan alkohol (metanol dan TBA, etanol) dan MTBE sebagai bahan pengungkit angka oktana.

Percobaan ini menggunakan bahan kimia *metil tersier butil eter* (MTBE) yang dicampur dengan bensin dasar tanpa timbal. Bensin dasar tanpa timbal tersebut dibuat dari campuran

SRN, nafta ringan, dan reformat yang berasal dari kilang minyak Pertamina UP II Dumai.

Tujuan percobaan ini ialah untuk mengetahui pengaruh penambahan volume MTBE dan TEL di dalam bensin terhadap kenaikan angka oktana riset serta perubahan sifat kimia dan fisika bensin dasar. Penambahan volume MTBE dan TEL diatur sedemikian rupa sehingga perubahan sifat fisika dan kimianya tidak menyimpang dari batasan spesifikasi bensin premium Indonesia.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Komposisi kimia bensin

Bensin yang dihasilkan dari distilasi langsung minyak bumi terdiri atas hidrokarbon parafin (*alkana*) rantai lurus, iso atau bercabang, parafin rantai tertutup naftena, sebagian kecil hidrokarbon aromatik, dan jarang terdapat hidrokarbon tak jenuh, olefin.

Pada umumnya bensin yang digunakan sebagai bahan bakar motor bensin dewasa ini merupakan hasil campuran beberapa komponen bensin hasil proses pengolahan minyak bumi, baik hasil distilasi langsung, maupun bensin hasil proses lanjutan seperti perengkahan, reformasi, alkilasi, dan isomerisasi atau polimerisasi. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa komposisi kimia bensin yang digunakan sebagai bahan bakar motor bensin terdiri atas hidrokarbon tak jenuh, hidrokarbon jenuh, hidrokarbon siklik, dan atau hidrokarbon aromatik.

Berpijak pada komposisi kimia bensin yang sangat kompleks seperti diuraikan di atas, maka pada percobaan ini digunakan bensin dasar yang dibuat dari campuran SRN, nafta ringan, dan reformat. Data sifat fisika dan kimia setiap jenis bensin ini dapat dilihat pada Tabel 4

B. Bensin sebagai bahan bakar

Bensin yang digunakan sebagai bahan bakar motor dengan sistem penyalaan cetus harus memenuhi sifat fisika dan kimia bensin yang ditetapkan oleh Ditjen MIGAS No. 004/P/DM/MIGAS/1979 tertanggal 16 Agustus 1979 dengan karakteristik seperti yang terlihat pada Tabel 6 kolom 2.

C. MTBE

Beberapa negara telah memproduksi MTBE

antara lain Itali/ANIC (kapasitas 100.000 ton/th, mulai beroperasi tahun 1973), USA/Petro-tex (kapasitas 280.000 ton/th, mulai beroperasi tahun 1979), Finlandia/Neste - OY (kapasitas 80.000 ton/th, mulai beroperasi tahun 1980) dan lain-lain. MTBE tersebut sebagian besar digunakan untuk campuran bensin.

Sifat-sifat MTBE

Sifat fisika dan kimia MTBE tipikal dapat dilihat pada Tabel 1. MTBE mempunyai sifat fisika yang mendekati parafin dan lebih sukar bercampur dengan air dibandingkan dengan alkohol. MTBE tahan terhadap serangan oksidasi dan tidak mudah rusak pada pengerjaan bersuhu sedang dengan asam atau basa kuat.

Dilihat dari panas pembakarannya (Tabel 1), ternyata panas pembakaran MTBE 8.400 kkal/kg. Berarti lebih kecil daripada panas pembakaran bensin tipikal yang besarnya 10.600 kkal/kg.

Tabel 1.
Sifat fisika kimia MTBE tipikal *)

Sifat-sifat	MTBE
Berat Jenis	0,7405
Titik didih pada 1 atm, °C	55
Titik beku, °C	-108
Tekanan uap pada 25°C, mmHg	245
Panas jenis, kal/gr °C	0,51
Panas pembakaran, kal/kg	8.400
Panas penguapan, kal/gr	76,8
Indek refraksi n^{20}	1,3689
Kelarutan, gr/100 gr	
MTBE di dalam air	4,8
Air di dalam MTBE	1,5
RON	117
MON	101

*) Sumber : Daftar Pustaka 3

Komposisi kimia MTBE

Komposisi kimia MTBE yang digunakan untuk campuran bahan bakar bensin (sebagai *octane booster*) haruslah memenuhi syarat seperti yang tercantum dalam spesifikasinya. Spesifikasi komposisi kimia MTBE yang dihasilkan dari proses Snamprogetti/ANIC Ravenna Itali dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2
Spesifikasi MTBE *)

Komposisi Kimia	MTBE % Berat
MTBE	min 99,0
C ₄ hidrokarbon	maks 0,1
Metanol	maks 0,1
di-iso butena	maks 0,5
Ter, butanol	maks 0,5
Air	maks 55 ppm

*) Sumber : Daftar Pustaka 8.

Kandungan MTBE di dalam bensin

Kandungan MTBE di dalam bahan bakar bensin dibatasi volumenya menurut spesifikasi bensin beroksigen dari negara yang memproduksinya. Spesifikasi bensin beroksigen di beberapa negara dapat dilihat pada Tabel 3. Prancis hanya membatasi kandungan MTBE di dalam bensin beroksigen, sedangkan Amerika Serikat dan negara-negara Masyarakat Eropa membatasi kandungan MTBE (% volume) dan kandungan oksigen (% massa).

Tabel 3
Kandungan MTBE dan oksigen di dalam bensin

Negara-negara	Kandungan Maksimum	
	MTBE, % V	Oksigen, % m
Amerika Serikat	11,0	2,0
Prancis	10,0	
Negara-negara Masyarakat Eropa	10,0 ¹⁾	2,5 ¹⁾
	15,0 ²⁾	3,5 ²⁾

*) Sumber : Diolah dari daftar pustaka 1 dan 5
Bahwa: 1) izin otomatis dan 2) izin bersyarat.

Tetra Etil Timbal (TEL)

Tetra etil timbal (TEL) yang digunakan pada percobaan ini ialah tipe B dengan komposisi kimia yang terdiri atas: 61,49 ± 0,25% volume TEL, 35,72% volume etil dibromida, dan 2,79% volume kerosin dan zat warna.

TEL dan MTBE mempunyai pengaruh yang berbeda terhadap sifat fisika dan kimia bensin. TEL bersifat sebagai aditif antiketuk bensin,

sedangkan MTBE bersifat sebagai pengungkit angka oktana (*octane booster*).

Senyawa TEL yang dalam beberapa dasawarsa diandalkan untuk meningkatkan mutu bensin, kini makin dibatasi penggunaannya hampir di semua negara di dunia. Keadaan ini disebabkan oleh pengaturan masalah lingkungan hidup yang memaksakan pengurangan kandungan timbal di dalam bensin karena timbal (Pb) yang disebarkan melalui asap buangan kendaraan bermotor bersifat racun.

III. PELAKSANAAN PENELITIAN

Penelitian pengaruh MTBE dan TEL terhadap perubahan sifat fisika dan kimia bensin dasar dilakukan beberapa langkah yaitu penyediaan dan pengujian contoh, pengumpulan data hasil pengujian di laboratorium, dan membahas data hasil pengujian tersebut.

A. Penyediaan contoh

Untuk menyediakan contoh (sample), maka dibuatkan bensin dasar tanpa timbal. Bensin dasar tersebut dibuat dari campuran 13% volume SRN, 22,5% volume nafta ringan, dan 65% volume reformat. Sifat fisika-kimia dari bensin SRN, nafta ringan, dan reformat dapat dilihat pada Tabel 4. Komposisi contoh yang dibuat dari campuran bensin dasar, MTBE dan TEL, dapat dilihat pada Tabel 5 kolom 1, 2, dan 3.

Tabel 4
Sifat fisika-kimia bensin tanpa timbal

Sifat-sifat	SRN	Nafta Ringan	Reformat
Spesifik gravity pada 60/60°F	0,7071	0,6668	0,7264
Kandungan sulfur, % ppm wt	1,33	0,25	0,08
RVP, psia	5,8	10,2	5,0
Uji doktor			negatif
Warna saybolt/Lov	+30	+30	+30
Uji distilasi			
10% vol terdistilasi, °C	68	49	97
50% vol terdistilasi, °C	103	58	108
90% vol terdistilasi, °C	126	79	125
Titik akhir, °C	150	104	157
Angka oktana riset	56,3	66,8	87,1

B. Pengujian contoh

Contoh yang telah disediakan pada Tabel 5 kolom 1, 2 dan 3 dikirim ke laboratorium Yantek Aplikasi untuk diuji angka oktannya

Tabel 5
Hasil pengujian angka oktana riset

No.	Bensin dasar % volume	MTBE % vol	TEL ml/USG	RON
(0)	(1)	(2)	(3)	(4)
Tabel	5a:			
BP ₀	100	0	—	78,0
BP ₁	95	5	—	80,3
BP ₂	90	10	—	82,1
BP ₃	85	15	—	84,1
BP ₄	78,4	21,6	—	87,0
Tabel	5b:			
BP10	100	—	1,8	87,0
BP20	100	—	2,5	92,6
BP30	100	—	4,0	94,3
Tabel	5c:			
BP11	95	5	1,36	87,2
BP21	90	10	0,70	87,1
BP31	85	15	0,44	87,3

pada mesin baku CFR. Dan sebagian lagi dikirim ke laboratorium Yantek Pengolahan untuk diuji sifat fisika-kimianya.

Untuk pengujian angka oktana riset pada mesin baku CFR, disediakan masing-masing empat macam contoh yang dibuat dari campuran antara bensin dasar dan TEL, campuran antara bensin dasar dan MTBE, serta campuran bensin dasar dengan MTBE dan TEL. Dan untuk pengujian contoh pada laboratorium Yantek Pengolahan yaitu uji sifat fisika dan kimia, disediakan contoh dengan komposisi sama seperti pada pengujian angka oktana pada CFR.

C. Data hasil pengujian

Data hasil pengujian angka oktana riset dikumpulkan di dalam Tabel 5 kolom 4 dan data hasil pengujian sifat fisika dan kimianya dikumpulkan pada Tabel 6 kolom 3, 4, 5 dan 6 untuk memudahkan evaluasinya.

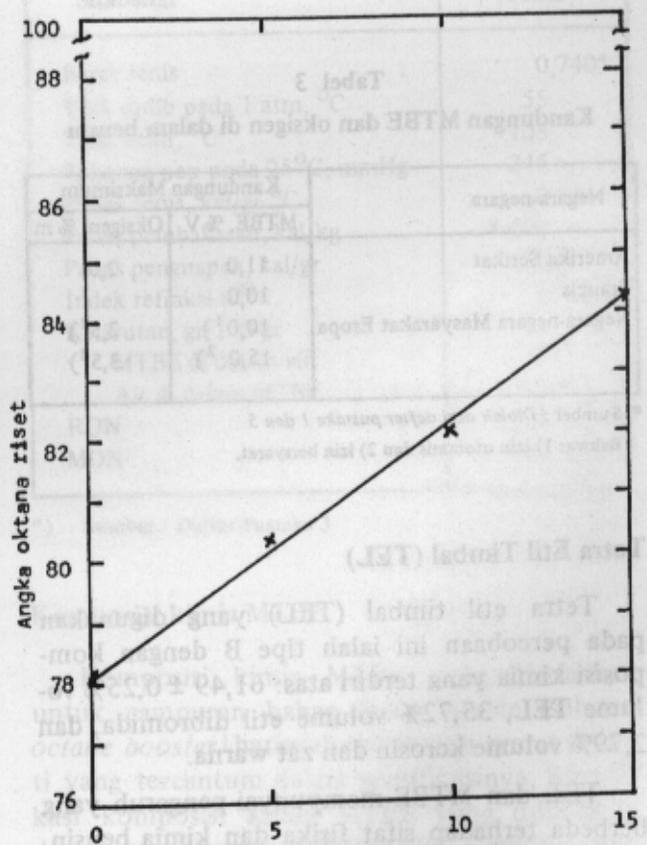
IV. PEMBAHASAN

A. Pengaruh TEL dan MTBE terhadap angka oktana

Dari Tabel 4 terlihat bahwa bensin jenis SRN, nafta ringan, dan reformat mempunyai angka oktana riset berturut-turut adalah 56,3, 66,8, dan 87,1. Ketiga jenis bensin ini dicampur dengan perbandingan volume tertentu. Bensin campuran ini mempunyai angka oktana riset 78,0 dan disebut bensin dasar.

Kenaikan volume MTBE yang ditambahkan di dalam bensin dasar tidaklah selalu mempunyai pengaruh kenaikan angka oktana yang sama, melainkan tergantung pada komposisi kimia bensin tersebut. Kecenderungan kenaikan angka oktana riset bensin dasar karena kenaikan volume MTBE di dalam bensin dasar dapat dilihat pada Gambar 1. Dan dari Gambar 1 terlihat bahwa bertambah besar persentase MTBE di dalam bensin, maka semakin bertambah besar pula angka oktananya.

Penggunaan bahan kimia MTBE sebagai pengungkit angka oktana bensin juga menimbulkan pengaruh terhadap sifat fisika dan kimia bensin tersebut dan akhirnya akan mempengaruhi aplikasinya pada motor bensin. Oleh karena itu, kadarnya di dalam bensin harus dibatasi. Beberapa negara maju seperti Amerika Serikat, Prancis, dan negara-negara Masyarakat Eropa menetapkan batas maksimum kadar MTBE dan kadar oksigen di dalam bahan bakar beroksidan seperti yang terlihat pada Tabel 3.



Gambar 1 % volume MTBE vs RON

Tabel 6
Sifat fisika dan kimia bensin

Sifat-sifat	Sepk. bensin Indonesia	Bensin 87 RON				Metode uji ASTM
		BP10	BP11	BP21	BP31	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
MTBE, % vol. TEL, ml/USG	2,5 maks	0 1,8	5 1,36	10 0,70	15 0,44	
Volatilitas : RVP, psia Distilasi :	9,0 maks	4,4	5,1	5,4	5,9	D-323 D-86
10% vol. terdistilasi, °C	74 maks	68	66	63,5	61,5	
20% vol. terdistilasi, °C		75,5	73	70,5	68	
30% vol. terdistilasi, °C		81,5	79,5	75	73	
40% vol. terdistilasi, °C		89	85,5	80,5	78	
50% vol. terdistilasi, °C	88-125	94	91	87,5	84,5	
60% vol. terdistilasi, °C		103	100	96	93	
70% vol. terdistilasi, °C		112	110	106	103	
80% vol. terdistilasi, °C		123,5	120,5	118,5	114,5	
90% vol. terdistilasi, °C	180 maks	138,5	134,5	130,5	130	
Titik akhir, °C	205 maks	170	168	168	167	
20%-10% vol, °C	8 min	7,5	7,0	7,0	6,5	
Residu, % vol	2 maks	1,0	1,0	1,0	1,0	
Stabilitas dan kebersihan Getah purwa, mg/100 ml Periode induksi, menit	4,0 maks 240 min	1,0	0,8	0,8	0,6	D-381 D-525
		lebih besar dari 300				
Sulfur/korosi : Kandungan sulfur, % berat Uji doktor Korosi "copper strip" 3 hr 122°F	0,20 mak negatif 1a maks	0,0006 ----- 1a	0,0006 negatif 1a	0,0005 ----- 1a	0,0006 ----- 1a	D-1266 -JP-130 D-130
Warna Bau	kuning dapat di jual	----- tak berwarna ----- sedikit sedikit berbau agak tajam berbau berbau				

Dengan memperhatikan peraturan lingkungan hidup di Amerika Serikat (EPA), Amerika Serikat mengusulkan spesifikasi bensin beroksigen dan tanpa timbal. Spesifikasi tersebut adalah ASTM D-2 Proposal P 176* yang mencantumkan batas maksimum kadar MTBE sebesar 11,0% volume dan kadar oksigen sebesar 2,0% massa (Tabel 3). Dan Prancis menetapkan batas maksimum kadar MTBE 10,0% volume untuk bahan bakar bensin beroksigen yang berkadar timbal rendah. Sedangkan negara-negara Masyarakat Eropa mengeluarkan dua ketentuan mengenai kadar MTBE dan kadar oksigen di dalam bensin beroksigen. Yang pertama, memberikan izin otomatis untuk penggunaan bensin berok-

sigen dengan kadar 10,0% volume MTBE dan 2,5% massa oksigen. Dan yang kedua, memberikan izin bersyarat untuk penggunaan bensin beroksigen dengan kadar 15,0% volume MTBE dan 3,5% massa oksigen.

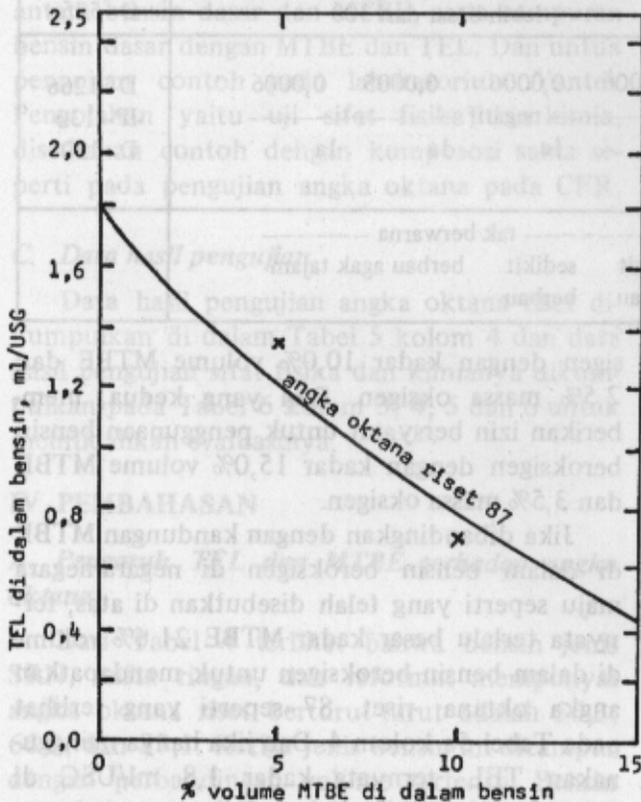
Jika dibandingkan dengan kandungan MTBE di dalam bensin beroksigen di negara-negara maju seperti yang telah disebutkan di atas, ternyata terlalu besar kadar MTBE 21,6% volume di dalam bensin beroksigen untuk mendapatkan angka oktana riset 87 seperti yang terlihat pada Tabel 5a kolom 4. Dan jika hanya menggunakan TEL, ternyata kadar 1,8 ml/USG di dalam bensin masih di bawah batas maksimum kandungan TEL menurut spesifikasi bensin

* Telah dibakukan sebagai ASTM D-4314/87 pada bulan Desember 1987.

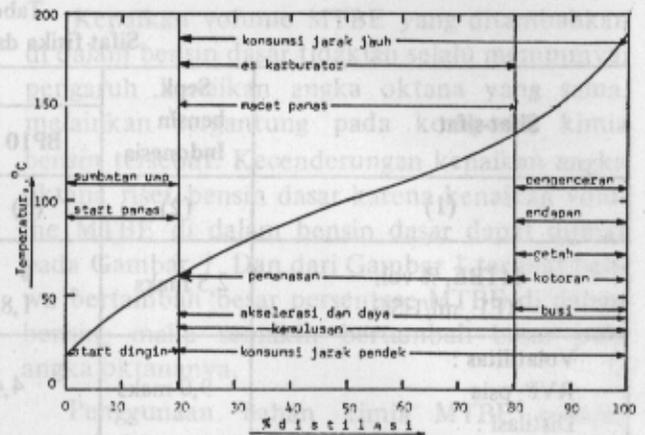
premium Indonesia.

Penggunaan MTBE dan TEL pada bahan bakar bensin dasar akan mendapatkan bahan bakar bensin beroksigen dengan kadar MTBE dan kadar oksigen yang rendah seperti yang terlihat pada Tabel 5c. Hubungan antara variasi persentase volume MTBE dan volume TEL (ml/USG) di dalam bensin yang mempunyai angka oktana riset 87 dapat dilihat pada Gambar 2.

Jika penggunaan MTBE dan TEL di dalam bensin yang mempunyai angka oktana riset 87,0 tersebut dibandingkan dengan bensin beroksigen Prancis, maka didapatkanlah bensin beroksigen dengan kadar MTBE dan kadar TEL rendah, yaitu berurut-turut 10,0% volume dan 0,70 ml/USG. Dan jika dibandingkan dengan spesifikasi bensin beroksigen di Amerika Serikat, ternyata didapatkan bensin dengan kandungan MTBE 11,0% volume dan kandungan TEL sekitar 0,72 ml/SUG (hasil intrapolasi dari Gambar 2). Spesifikasi bensin premium Indonesia adalah perbandingan utama yang akan dibahas terhadap perubahan setiap sifat fisika dan kimia bensin dasar akibat penambahan volume MTBE dan TEL.



Gambar 2. Hubungan volume MTBE dan TEL di dalam bensin untuk angka oktana 87 RON.



Gambar 2. Grafik distilasi dan hubungannya dengan unjuk kerja

(Sumber: Hydrocarbon Processing, 1982 Januari)

B. Sifat volatilitas bensin

Volatilitas bensin dapat ditentukan dengan dua metode uji yaitu ASTM D-86 untuk uji distilasi dan ASTM D-323 untuk uji tekanan uap Reid.

Sifat volatilitas bensin akan berpengaruh terhadap kemampuan menghidupkan mesin (*start ability*), pemanasan (*warming up*), pembentukan es pada karburator (*carburetor icing*), pembakaran yang tidak sempurna (*incomplete combustion*), distribusi bahan bakar yang tidak merata (*mixture distribution*), campuran bensin dan udara yang heterogen (*vapour lock*) dan ekonominya. Hubungan antara grafik distilasi dan unjuk kerja dapat dilihat pada Gambar 3 dan hubungan antara % volume distilasi dan temperatur untuk contoh BP10, BP11, BP. 21, dan BP31 dapat dilihat pada Gambar 4.

Telah diketahui bahwa kesulitan menghidupkan mesin dalam keadaan dingin disebabkan oleh mekanikanya dan bahan bakarnya atau pelumasnya. Bila campuran bahan bakar udara di dalam karburator telah tercapai perbandingan beratnya, tetapi starting masih sukar, maka harus dilacak distilasi 10% volume yang menurut spesifikasi bensin premium Indonesia maksimum 74°C. Pengamatan terhadap hasil pengujian contoh BP10, BP11, BP21, dan BP31 ternyata temperatur yang didapat dari uji distilasi 10% volume cenderung turun (di bawah 74°C) dengan bertambahnya volume MTBE di dalam bensin.

Setelah berjalan dari dingin, tentu memerlukan pemanasan. Periode pemanasan ini juga

tergantung pada mesin dan bahan bakarnya; persyaratan temperatur minimum-maksimum ($88^{\circ}\text{C} - 125^{\circ}\text{C}$) dari uji distilasi 50% volume sangat memegang peranan. Makin rendah temperatur pada uji distilasi 50% volume makin mudah mesin mengubah kecepatannya, maka makin pendeklah waktu untuk pemanasan yang diperlukan. Pengamatan terhadap data hasil pengujian contoh ternyata menunjukkan bahwa semua contoh yang diuji (BP10, BP11, dan BP21), kecuali contoh BP31, masih dalam batasan temperatur pada uji distilasi 50% volume menurut spesifikasi bensin premium Indonesia.

Pada saat mesin sudah berjalan secara normal, bensin diuapkan semua dan keadaan ini tergantung pada temperatur yang didapat pada uji distilasi 90% volume serta titik akhir (*end point*) bahan bakarnya. Penguapan secara sempurna sangat diperlukan sebab akan menentukan dapat tidaknya bahan bakar tersebut terbakar secara sempurna dan didistribusikan ke setiap silinder secara merata. Pembakaran yang tidak sempurna akan berakibat "fuel diluent" dan ketukan. Pengamatan terhadap data hasil uji distilasi 90% volume dan titik akhir ternyata menunjukkan bahwa semua contoh (BP10, BP11, BP21, dan BP31) yang diuji distilasi dan titik akhirnya masih di bawah batas maksimum menurut spesifikasi bensin premium Indonesia.

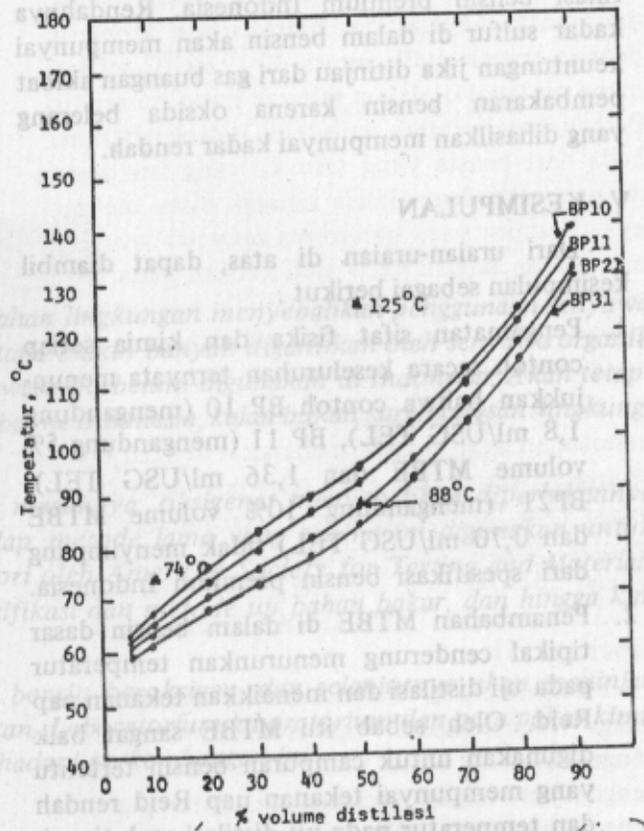
Ditinjau dari data yang dapat pada pengujian tekanan uap Reid untuk keempat contoh (BP10, BP11, BP21, dan BP31), terlihat terjadinya peningkatan tekanan uap Reid dengan bertambahnya volume MTBE di dalam bensin, namun masih di bawah 9,0 psia yang merupakan batas maksimum tekanan uap Reid menurut spesifikasi bensin premium Indonesia.

C. Stabilitas dan kebersihan

Sifat stabilitas dan kebersihan mogas dapat ditentukan dengan dua metode uji yaitu ASTM D-381 untuk pengujian getah purwa (*existent gum*) dan ASTM D-525 untuk pengujian periode induksi.

Getah padat yang melekat pada saluran-saluran dan bagian-bagian mesin berasal dari sisa bahan bakar yang diuapkan. Pengendapan getah purwa ini mengganggu kelulusan operasi mesin. Oleh sebab itu kandungan getah di dalam

bahan bakar bensin dibatasi maksimum 4,0 mg/100 ml. Dan pengamatan terhadap data hasil pengujian getah purwa ternyata menunjukkan bahwa kandungan getah purwa untuk keempat contoh (BP10, BP11, BP21, dan BP31) jauh di bawah batas maksimum menurut spesifikasi bensin premium Indonesia.



Gambar 4. % vol. distilasi vs temperatur

Getah purwa dapat juga terbentuk dari oksidasi komponen-komponen bensin. Hidrokarbon tak jenuh (*olefin*) mempunyai kecenderungan yang relatif tinggi untuk mengalami oksidasi. Kecenderungan bensin untuk mengalami pembentukan getah diukur dengan pengujian periode induksi (*induction period*), yang memberikan gambaran tentang ketahanan bensin dalam penyimpanann. Hasil pengujian periode induksi ternyata lebih besar dari 300 min, berarti di atas 240 min yang merupakan batas minimum periode induksi untuk bensin premium Indonesia.

D. Sifat korosif/sulfur

Sifat korosif dari bahan bakar bensin dapat ditentukan dengan beberapa pengujian, yaitu

ASTM D-1266 untuk pengujian kandungan sulfur, ASTM D-130 untuk pengujian korosi "copper strip", ASTM D-1219 untuk pengujian merkaptan sulfur dan IP - 130 untuk uji doktor. Pengamatan terhadap kandungan sulfur, uji doktor dan korosi "copper strip" dari contoh bensin yang diuji (BP10, BP11, BP21, dan BP31), ternyata tidak menyimpang dari spesifikasi bensin premium Indonesia. Rendahnya kadar sulfur di dalam bensin akan mempunyai keuntungan jika ditinjau dari gas buangan akibat pembakaran bensin karena oksida belerang yang dihasilkan mempunyai kadar rendah.

V. KESIMPULAN

Dari uraian-uraian di atas, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengamatan sifat fisika dan kimia setiap contoh secara keseluruhan ternyata menunjukkan bahwa contoh BP 10 (m mengandung 1,8 ml/USG TEL), BP 11 (m mengandung 5% volume MTBE dan 1,36 ml/USG TEL), BP21 (m mengandung 10% volume MTBE dan 0,70 ml/USG TEL) tidak menyimpang dari spesifikasi bensin premium Indonesia.
2. Penambahan MTBE di dalam bensin dasar tipikal cenderung menurunkan temperatur pada uji distilasi dan menaikkan tekanan uap Reid. Oleh sebab itu MTBE sangat baik digunakan untuk campuran bensin tertentu yang mempunyai tekanan uap Reid rendah dan temperatur pada uji distilasi agak tinggi.

KEPUSTAKAAN

1. Annual Book of ASTM Standars, 1986 section 05.01 D-Proposal P 176 halaman 1045-1100.
2. Dartnell P.L and K Cambell, 1978, *Other aspect of MTBE/Methanol Use*, The Associated Octel Co. Ltd Buckinghamshire, England, HC November 13.
3. Djainuddin Semar, Ir, 1986, "Eter Menaikkan Angka Oktana dari Bensin," *Lembaran Publikasi Lemigas No.1* halaman 75.
4. Edward F. Obert, 1983, "Internal Combustion Engines and Air Polution."
5. E. Jasjfi, Ir. dan Bustani Mustafa, Ir, 1988, "Bahan Bakar Ramuan Oksigenat dan Implikasinya Terhadap Spesifikasi dan Metode Uji Bensin," Maklah pada *Seminar Mesin-mesin Rotasi I*, Bandung 11-13 April.
6. M.E. LePera, 1982, "Fuel Quality Vs Engine types", *Hydrocarbon Processing* January, halaman 139-142.
7. Peraturan Ditjen Migas No. 004/P/DM/MIGAS/1979 tanggal 16-8-1979.
8. R. Tratta, Snamprogetti S.p, 1985, "Experiences in MTBE and Exploiting C₄ streams," Italy, *Proceeding Ascope 85* volume 4.
9. Weismann, Dr, 1972, "Fuel for Combustion Engine and Furnace," May Lemigas Jakarta.